

MEMORIA DE INNOVACIÓN DOCENTE 2015~2016

“INTEGRACIÓN DE MOODLE 2 EN EL APRENDIZAJE DE LA OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA DE MATERIALES”

ID2015/0211

NATIVIDAD ANTÓN IGLESIAS

FRANCISCO LORENZO ROMÁN HERNÁNDEZ

D. PROYECTOS IMPULSADOS POR UN PROFESOR Y/O VINCULADOS A UN GRUPO DE PROFESORES.
II. INCORPORACIÓN DE RECURSOS PARA ACTIVIDADES PRÁCTICAS.
II.1. PRÁCTICAS DE LABORATORIO
III. IMPLANTACIÓN DE METODOLOGÍAS DOCENTES Y DE EVALUACIÓN
III.2.3. EJECUCIÓN DE MATERIALES DOCENTES
IV. DESARROLLO DE DOCENCIA VIRTUAL
IV.1. RECURSOS

OBJETIVOS

El objetivo fundamental del presente proyecto de innovación docente ha sido la preparación de un conjunto de muestras de diferentes materiales para su observación microscópica. Los materiales que serán empleados incluyeron aleaciones metálicas, aceros, materiales cerámicos y materiales compuestos. También se elaboraron diferentes actividades y prácticas sobre la plataforma moodle2 basadas en las microfotografías que se obtuvieron.

La metodología propuesta permitió la implementación de prácticas on-line para diferentes asignaturas de la titulación del Grado en Ingeniería de Materiales: “Obtención y Selección de Materiales”, “Procesado de Materiales”, “Utilización y Reciclado de Materiales” y “Transformaciones de Fase”.

El material elaborado, así como las actividades programadas en Moodle2 son susceptibles de ser ampliadas en el futuro, mediante la elaboración de nuevas muestras de interés en el campo de la ingeniería de materiales.

ACTIVIDADES

Primeramente se seleccionaron muestras representativas de distintos materiales. Para ello se tuvo en cuenta el contenido de las asignaturas. En general se tratarán de estudiar muestras de distintas aleaciones metálicas, materiales cerámicos, poliméricos, compuestos y materiales sinterizados.

Los laboratorios de Ciencia de Materiales y de Termodinámica e Ingeniería Térmica de la Escuela Politécnica Superior de Zamora, disponen de material suficiente para la elaboración de las muestras. En este primer acercamiento se planteó centrar la mayoría del trabajo en las asignaturas de “Procesado de Materiales” e “Transformaciones de Fase” dada la gran cantidad de material susceptible de utilización.

Se procedió a la preparación y adecuación de las muestras para su observación microscópica, incluyendo corte, montaje, pulido y ataque químico. Esta etapa contiene la mayor parte del trabajo de laboratorio. Para lo cual se emplearon los equipos que se muestran en la Figura 1.



Figura 1. a) Cortadora-tronzadora, b) cortadora de precisión, c) electroesmeriladora de banda, d) embutidora para montaje con resina, e) desbastadora/pulidora, y f) secadora.

La primera de las etapas a realizar fue el acondicionamiento y corte de las probetas. El corte para la obtención de probetas manejables se realizó mediante una cortadora-tronzadora metalográfica (Figura 1a).

Es un equipo capaz de cortar con un disco especial de corte por abrasión, mientras suministra un gran caudal de refrigerante, evitando así el sobrecalentamiento de la muestra, evitando en lo posible las alteraciones microestructurales que se pudieran producir durante esta operación. En función del material a cortar se puede intercambiar el disco de corte, siendo de SiC (Figura 2a) en el caso de materiales blandos o de dureza media y, de

diamante o widia para los materiales más duros (cerámicos y materiales metálicos de alta aleación).

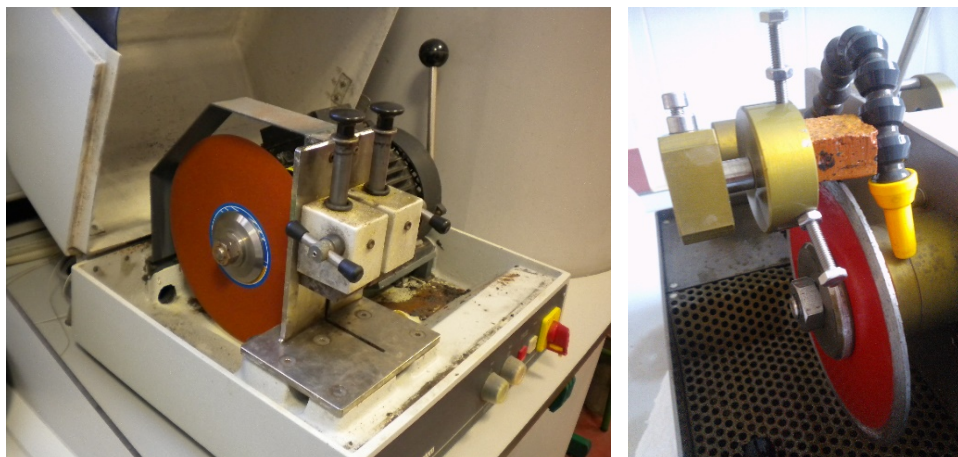


Figura 2. Detalle de la a) tronzadora-cortadora metalográfica empleada con disco de carburo de silicio específico para aleaciones metálicas de dureza media y b) detalle de la cortadora de precisión empleada para piezas pequeñas y materiales duros.

Para trabajar con piezas pequeñas con la menor pérdida de material posible y que pudiesen ser embutidas para su manipulación posterior se recurrió a la cortadora de precisión con disco de diamante (Figura 1b), indicada para conseguir cortes de mayor precisión que los obtenidos con la cortadora de mayor tamaño (Figura 2a). Al ser un equipo que se puede controlar la carga aplicada, el tamaño/espesor deseado (mediante un micrómetro asociado al aparato) y velocidad de avance o corte (Figura 2b). Es muy adecuado para tratar con piezas de pequeño tamaño y en distintas condiciones de corte (agua, alcohol, taladrina, en seco, etc.).

En función del material seleccionado (Figura 3) se empleó o la cortadora de mayor tamaño o la cortadora de precisión. En algunos casos no fue necesario cortar para observación microscópica debido a que las fotos macroscópicas eran más representativas que las microscópicas, como por ejemplo el hormigón (Figura 3a) o un tipo de ladrillo (Figura 3d).

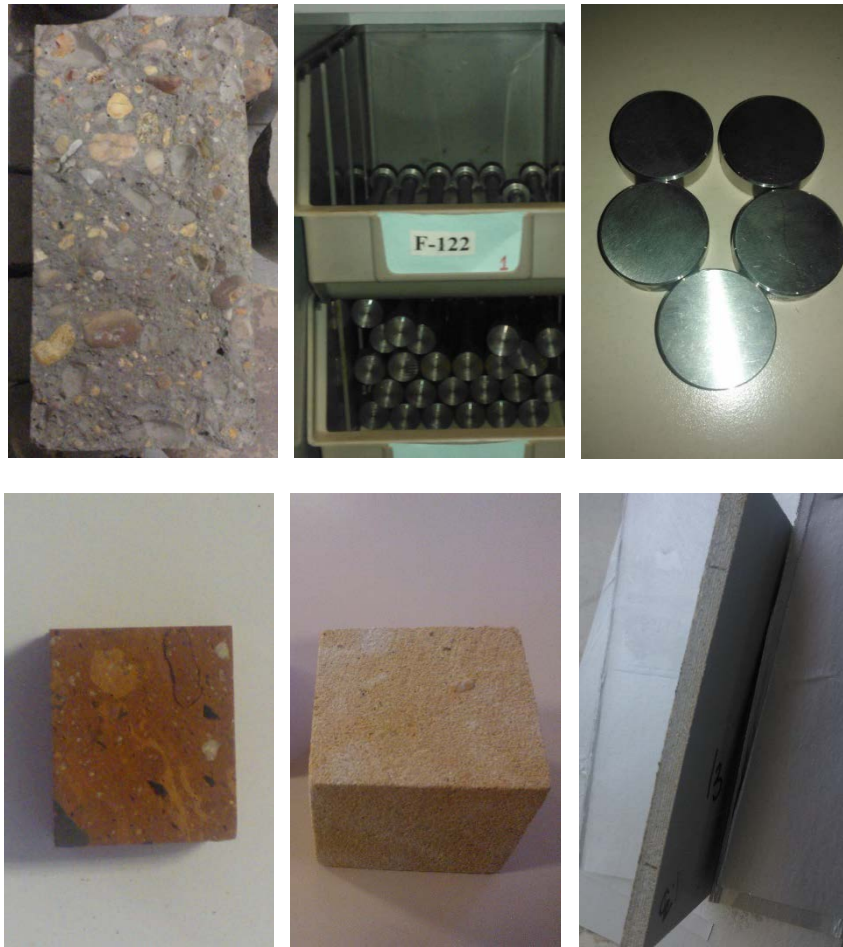


Figura 3. Alguno de los materiales empleados: a) hormigón, b) piezas de acero F1220, c) piezas de acero inoxidable, d) ladrillo, e) arenisca y c) placas de tetrabrik prensado.

Algunos materiales y piezas pueden necesitar lo que se denomina desbaste grueso, que se lleva a cabo con una electroesmeriladora de banda (Figura 1c), provista de una lija de 80# y que trabaja con una velocidad de 2800 r.p.m. Los contactos de las muestras con la lija han de ser durante poco tiempo debido al calentamiento de que produce por rozamiento. Se hace necesario enfriar la pieza en agua antes de que se alcance una temperatura que provoque un cambio en su microestructura original. Esta operación es crítica en los materiales metálicos y sus aleaciones.

En algunos casos es necesario secar las piezas, sobre todo si se está trabajando con materiales sinterizados o cerámicos porosos. Para eliminar completa y rápidamente el agua absorbida se empleó un horno de secado (Figura 1f).

En el caso de que las muestras no puedan ser manipuladas con facilidad la operación obligada es la embutición o empastillado en resina. Las resinas pueden ser bicomponente en frío (las más habituales de tipo acrílico) o en caliente. En el primero de los casos se utilizan moldes de teflón (Figura 4c) y el segundo de los casos es necesario emplear un equipamiento específico como es la prensa de embutición (Figuras 1e y 4a).



Figura 4. a) Detalle de la prensa de embutición, b) pieza embutida en caliente y c) moldes de teflón empleados para embutir en frío.

Una vez preparadas las muestras seleccionadas se realizó un proceso de desbastado y pulido. Mediante esta operación se eliminan los posibles defectos que puedan haber aparecido en la muestra debido al proceso de obtención de la misma como son las rayaduras, superficies no planas, etc. El objeto de esta operación es conseguir superficies especulares susceptibles de ser observables mediante microscopía óptica.

Este proceso se inicia realizando un desbaste fino en pulidora de disco con lijas de 180#, 500# y finalmente de 1000#. Cuando ya no observan a simple vista marcas de desbaste se realiza un pulido final para obtener una superficie especular, necesaria para la observación al microscopio.

La pulidora metalográfica es el mismo equipo empleado para el desbaste fino (Figura 1e), únicamente se intercambia el plato o disco giratorio. En esta ocasión, se cubre con una gamuza en la que se embebe el abrasivo correspondiente (diamante más idóneo para aceros y alúmina más adecuado

para los materiales cerámicos). El tamaño de partícula de este tipo de abrasivos suele ser de 1 a 3 μm .



Figura 5. a) Lijas para desbaste 180#, 500# y 1000#, b) operación de desbaste fino, c) lubricante diamante y abrasivo para pulido final y d) operación de pulido final con alúmina de 1 μm .

Como resultado final se consiguieron un conjunto de muestras variadas (un ejemplo en Figura 6a) que se emplearon para sacar las micrografías correspondientes, pudiendo ser empleadas tanto en el laboratorio como las prácticas de laboratorio a través de Moodle2. También se recuperaron antiguas muestras embutidas de diversos materiales que se encontraban en el laboratorio (Figura 6b).



Figura 6. Muestras preparadas para su observación microscópica.

La última fase del proceso sería la observación de las muestras mediante microscopía óptica y adquisición de imágenes mediante cámara digital. Para la observación microscópica de las muestras se empleó un microscopio de la marca ZEISS Axiovert 100A (Figura 7), que lleva

incorporado un binocular de 10x y con cuatro objetivos de 4x, 10x, 20x y 50x. El microscopio soporta una cámara digital Optika de 3 MPixel conectada a un ordenador con un software Optika Vision Lite para poder capturar las imágenes.

En esta etapa se prepararon las muestras y cuando existió suficiente material fotográfico se fueron integrando dentro de la Plataforma Moodle2. De forma paralela se siguió trabajando en el laboratorio obteniendo las micrografías.

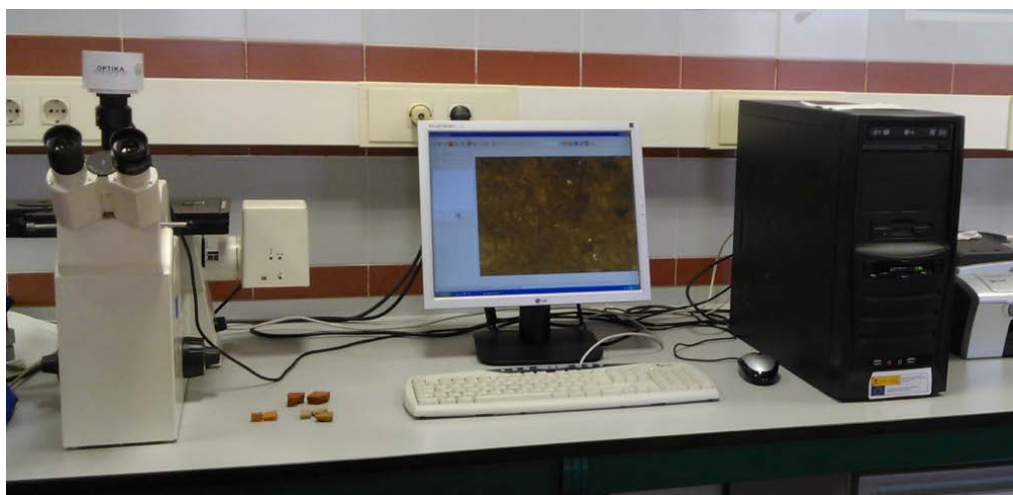


Figura 7: Microscopio óptico y equipo informático asociado para obtener imágenes.

En la mayoría de las ocasiones para revelar la microestructura y las distintas fases que aparecen es necesario realizar un ataque químico. El ataque químico es el último paso antes de observar la pieza al microscopio. En el caso de los aceros el reactivo más habitual es el Nital (HNO_3 en Alcohol etílico en diferentes proporciones (1, 2, 3 o 5% vol.), otros reactivos comunes para aceros y otras aleaciones serían el Picral, Kroll, Murakami o Behara.

El modo de operación más común es depositar una pequeña cantidad del reactivo elegido en un recipiente o “vidrio de reloj” y se introduce la superficie de la probeta durante unos segundos dependiendo del tipo de reactivo y el material a atacar (Figura 8). Se limpia bien y uniformemente la superficie con alcohol para que se detenga el ataque y se seca la muestra. A continuación se observa al microscopio, si el ataque no hubiera sido suficiente, se procede a un segundo pero teniendo en cuenta que los ataques son aditivos. Se considera

que se obtiene una correcta visualización si la microestructura no queda ni poco atacada ni mucho.



Figura 8. Empleo del vidrio de reloj.

Una vez preparadas las muestras y atacadas se procedió a su observación en microscopio óptico. Se tomaron un número de microfotografías representativas de cada muestra, con la superficie previamente pulida, seleccionando en el microscopio a diferentes aumentos. Algunos ejemplos se pueden ver en las Figura 9.

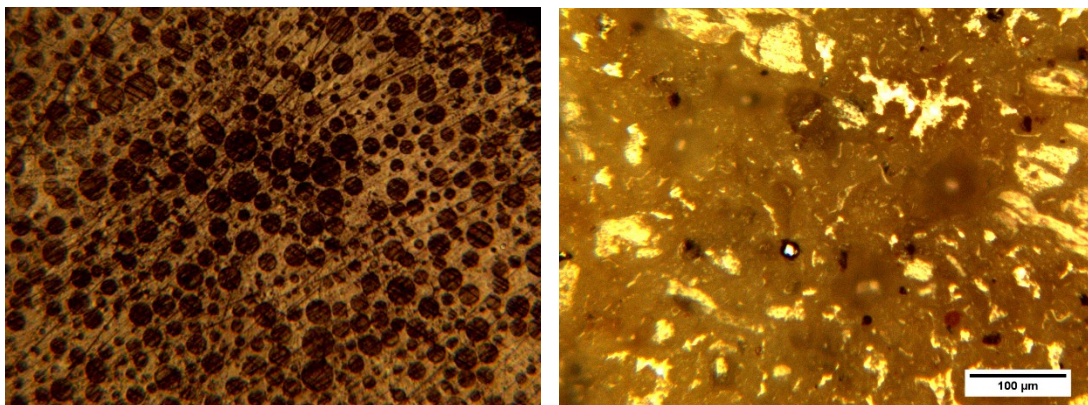


Figura 9. Micrografías de a) un polímero acrílico atacado con acetona y b) material cerámico base cemento sinterizado atacado con acético-etanol.

En algunos casos no es necesario el ataque de las muestras y además la estructura macroscópica es tan importante como la microscópica, algunos ejemplos se pueden ver en la Figura 10.

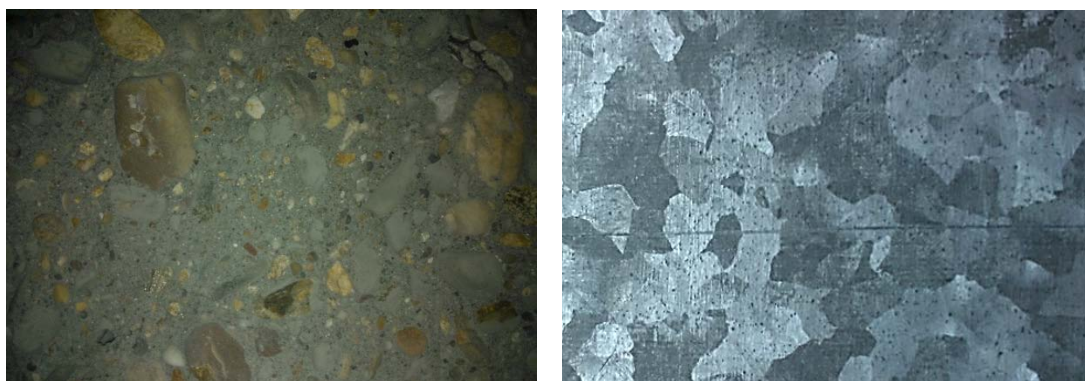


Figura 10. Macrografías de: a) hormigón y b) recubrimiento galvanizado.

Ampliando la parte correspondiente a obtención de micrografías y tratamiento informático de las mismas se pone a disposición del estudiante dos programas de software libre como son el “ImageJ” y el “AutoStich”, para trabajar con las micrografías que pueda obtener en el laboratorio. El primero de ellos se permite múltiples tareas, una de las más sencillas es el estudio de la porosidad (Figura 11).

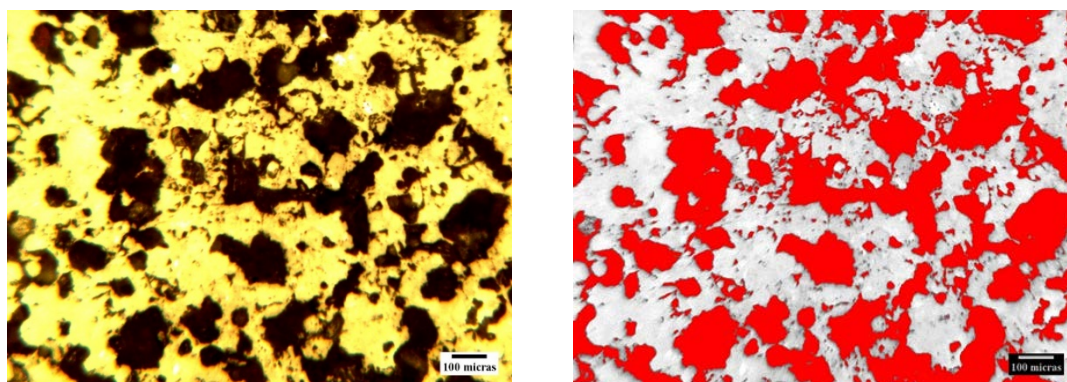


Figura 11: Microfotografías de sinterizado cerámico: a) sin ataque b) estimación de porosidad.

Con el software Autostich (software libre) se pueden realizar panorámicas de una amplia zona. Un ejemplo se puede ver en la Figura 12.

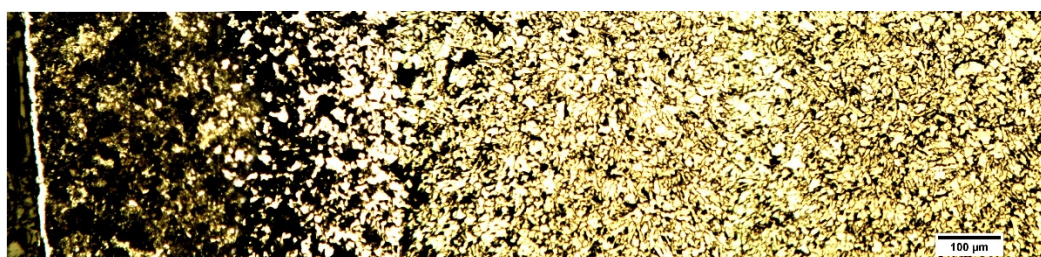


Figura 12: Panorámica de un acero cementado.

Aplicación de las metalografías obtenidas en el Moodle2. Elaboración de un banco de preguntas

Una vez recogida toda la información proveniente de los ensayos metalográficos, se procede a organizarla en forma de cuestionarios conteniendo preguntas sobre la elaboración de las muestras metalográficas y, termodinámica de las aleaciones y sus transformaciones de fase e interpretación de las imágenes obtenidas. Para ello se ha utilizado la plataforma Moodle 2 y los diversos recursos de los que dispone para la presentación y elaboración de cuestionarios. El procedimiento seguido consiste en los siguientes pasos que se detallan a continuación.

Elaboración de un banco de preguntas

Dentro de la plataforma Moodle 2, en el bloque *administración*, se procede a crear varias categorías de preguntas. En particular se han creado cuatro categorías relativas a diferentes etapas del conocimiento metalográfico:

- ***Diagramas de fases en aleaciones:*** dedicada a los fundamentos termodinámicos de las transformaciones de fases y a la interpretación de los diagramas de fase como ayuda para la determinación de la microestructura de las aleaciones
- ***Conceptos generales de metalografía:*** dedicada a cuestiones sobre el procedimiento general para obtener muestras metalográficas susceptibles de ser examinadas al microscopio.
- ***Aleaciones de acero y aceros inoxidables:*** dedicada a la presentación de las microfotografías obtenidas en este proyecto, relativas a las aleaciones Fe-C con composiciones menores de 2.11 % en masa de carbono.
- ***Fundiciones y otras aleaciones blandas:*** dedicada a la presentación de los resultados obtenidos sobre aleaciones de Fe-C de composiciones superiores a 2.11% en masa de C.

Debido al carácter del proyecto, la mayor parte de la información elaborada en este proyecto está contenida en las dos últimas categorías puesto que contienen la mayor parte de las imágenes micrográficas de las probetas examinadas.

Posteriormente y dentro del bloque *administración*, en el apartado *banco de preguntas* y sub apartado *preguntas* se procede a la creación de preguntas de cada una de las categorías mencionadas anteriormente.

Conviene remarcar que el número de preguntas asociadas a metalografía de aceros y fundiciones es de alrededor de 30. La muestra es suficientemente amplia como para permitir introducir a los alumnos en las microestructuras que presentan los aceros. No obstante, la forma de realizar el cuestionario permite añadir a partir de este proyecto las diferentes prácticas de metalografía que se realicen en años venideros. El cuestionario irá añadiendo la información obtenida de las diferentes prácticas de metalografía que se realicen en los próximos años, incluyendo aleaciones no ferrosas, cerámicas y compuestos obtenidos por diversos métodos

De entre los múltiples tipos de pregunta que permite crear la plataforma se ha usado principalmente el tipo “*Opción múltiple*” y “*Ensayo - Ciencias*” del apartado “*MATEMÁTICAS Y CIENCIAS-WIRIS*” porque permite realizar cuestiones insertando gráficos e imágenes, variables y fórmulas. Además, permite que el alumno elija, entre varias opciones, aquellas que considere correctas. Las Figuras 13, 14, y 15 muestran un ejemplo de cómo recibe la pregunta finalmente el alumno.

Pregunta 4

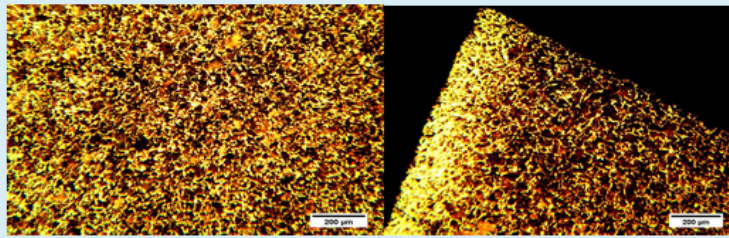
Sin responder aún

Puntúa como 1,00

Marcar pregunta

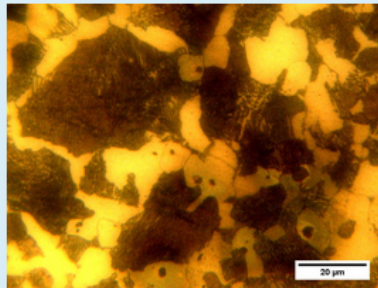
Editar pregunta

Las siguientes microestructuras corresponden a un acero 0.4%C que fue pulido y atacado con Nital 2

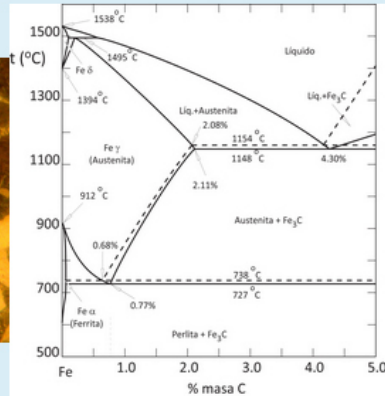


1

2



3



Determine qué microestructuras aparecen

Seleccione una o más de una:

- ☐ a. En la imagen 3 se observa la estructura laminar de la perlita obtenida de la reacción eutectoide
- ☐ b. Ninguna imagen se corresponde con estructuras del diagrama de fases
- ☐ c. En todas las imágenes Ferrita y perlita
- ☐ d. En todas las imágenes Ledeburita correspondiente a la reacción eutéctica

Figura 13: Ejemplo de pregunta de metalografía correspondiente a la sección de aceros.

Pregunta
18

Sin responder aún

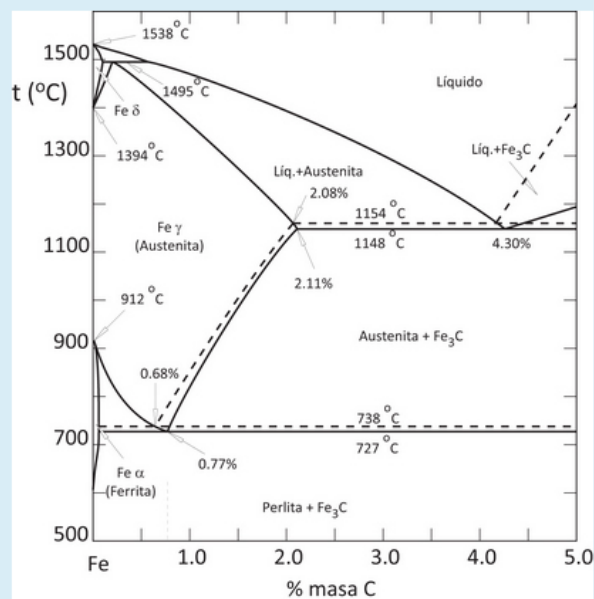
Puntúa como 1,00



Marcar pregunta

Editar pregunta

En el diagrama de fases Fe-C indique las reacciones de fase que aparecen:



Seleccione una o más de una:

- ☐ a. A 1148°C aparece una reacción eutéctica que da lugar a muchas de las microestructuras de las fundiciones. En esta reacción eutéctica el líquido se convierte en mezcla de austenita y de cementita.
- ☐ b. La reacción de fase que a parece a 1495°C es metatáctica y rara vez se verifica en aceros.
- ☐ c. Existe una reacción de fase peritética en la que la mezcla de líquido y de Hierro - delta se convierte en austenita.
- ☐ d. La reacción eutectoide consiste en la transformación de austenita en ferrita y cementita a 727°C.
- ☐ e. La reacción a 727°C es peritectoide y en ella la mezcla de austenita y ferrita da lugar a perlita.
- ☐ f. En la reacción de fase eutéctica y mediante el enfriamiento, la cementita se transforma en austenita en presencia de aleación líquida dando lugar a las microestructuras de las fundiciones.

Figura 14: Ejemplo de pregunta de metalografía, en la sección de diagramas de fase.

Pregunta
17

Sin responder aún

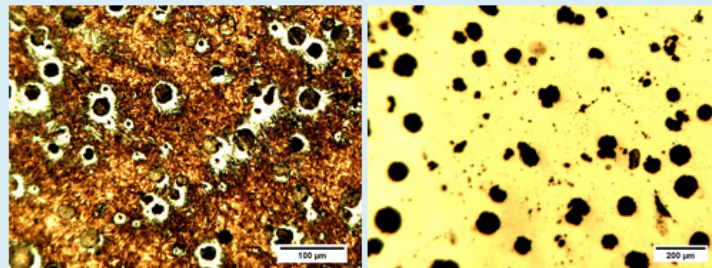
Puntúa como 1,00



Marcar pregunta

Editar pregunta

Las siguientes microestructuras,



corresponden a:

Seleccione una:

- ☐ a. El carbono precipitado en copos indica que la fundición se enfrió muy lentamente produciéndose su normalizado.
- ☐ b. Es una fundición esferoidal en la que aparecen trazas de martensita indicando temple tras la precipitación de austenita.
- ☐ c. Es una fundición vermicular por la forma característica del carbono precipitado, aparece perlita gruesa.

Figura 15. Ejemplo de pregunta de metalografía, en la sección de fundiciones.

Elaboración del cuestionario

Una vez realizado el banco de preguntas con las categorías indicadas en el apartado anterior, se procede a la elaboración de cuestionario (Fig. 16) y su oferta a los alumnos matriculados en el curso.

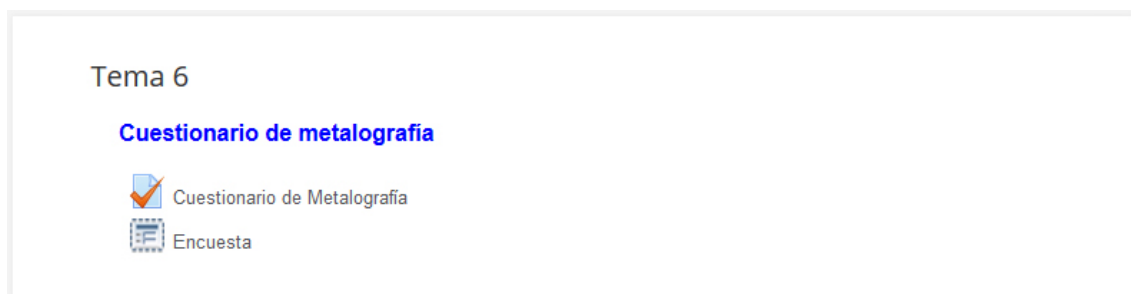


Figura 16: Oferta del cuestionario de metalografía dentro de las asignaturas “Procesado de Materiales” y “Transformaciones de Fase”

Dentro de las opciones que permite la creación del cuestionario, se ha considerado conveniente permitir la realización del mismo sólo una vez, con el único límite de tiempo que impone la entrega del mismo en la fecha convenida. La evaluación del cuestionario se realiza sobre una puntuación total de 10, penalizando las respuestas incorrectas en un factor que depende del número de opciones.

CONCLUSIONES

La información recabada sobre los materiales permitió realizar álbumes microfotográficos, incluyendo las microfotografías más relevantes. De forma paralela a esta etapa se desarrollaron y redactaron actividades de identificación y cuestionarios sobre las microestructuras haciendo uso de la plataforma Moodle2.

Las actividades desarrolladas en Moodle2 serán de uso en las asignaturas relacionadas en el presente proyecto. De esta forma el trabajo de laboratorio de las asignaturas mencionadas se verá complementado con las actividades de la plataforma Moodle2.

Las actividades desarrolladas en moodle2 podrán ampliarse en un futuro, incluyendo nuevos materiales de interés para la titulación.

Así mismo, este proyecto podría ser el germen para realizar en un futuro conexión con otras asignaturas relacionadas como: “Caracterización de Materiales” e “Ingeniería de Superficies” formando una red de prácticas online intentando que el alumno vea la conexión entre distintas disciplinas dentro de la Ciencia y la Ingeniería de Materiales.